

El Módulo pedagógico sustentable MOPES. Su evolución como sistema constructivo liviano aplicado a una escuela.

Jorge Daniel Czajkowski

Doctor en Ingeniería; Profesor en Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata; Investigador del CONICET; Director del Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable - UNLP / CIC.

czajko@ing.unlp.edu.ar jdczajko@gmail.com

María de la Paz Diulio

Doctora en Arquitectura; Becaria posdoctoral CONICET; Docente en Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata; Integrante en Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable - UNLP / CIC.

mpdiulio@fau.unlp.edu.ar

Marina Alexandra Ferreyra

Maestranda en Arquitectura y Hábitat Sustentable; Docente adscripta en Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata; Integrante en Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable - UNLP / CIC. Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación.

m.alexferreyra@gmail.com

Línea temática: Tecnologías e sustentabilidade na produção da cidade sul-americana contemporânea

Introducción

La producción arquitectónica ha venido produciendo ideas innovadoras desde principios de la década de 1970 cuando se desata la “crisis del petróleo” y se debaten los “límites del desarrollo” y comienza a hablarse del fin de la era del petróleo (MARCÓ, 1973). Poco después aparecen las primeras discusiones en EEUU y Reino Unido en relación al crecimiento de la pobreza y la falta de hábitat digno, proponiendo repensar y academizar la autoconstrucción (ALLEN, 1978), o incluso desarrollar un hábitat autosuficiente (VALE; VALE, 1981) en lo que hoy llamamos hábitat sustentable.

Por otra parte, a pesar que siempre sucedieron eventos climáticos extremos usualmente eran limitados, menos frecuentes y diversas organizaciones e instituciones apelaban a la generación de campamentos temporales, Figura 1. Que se replican hoy por millares en todo el mundo sea por sismos, tornados, guerras, desplazamiento poblacional, usando casi exclusivamente tiendas o carpas de diversas dimensiones.

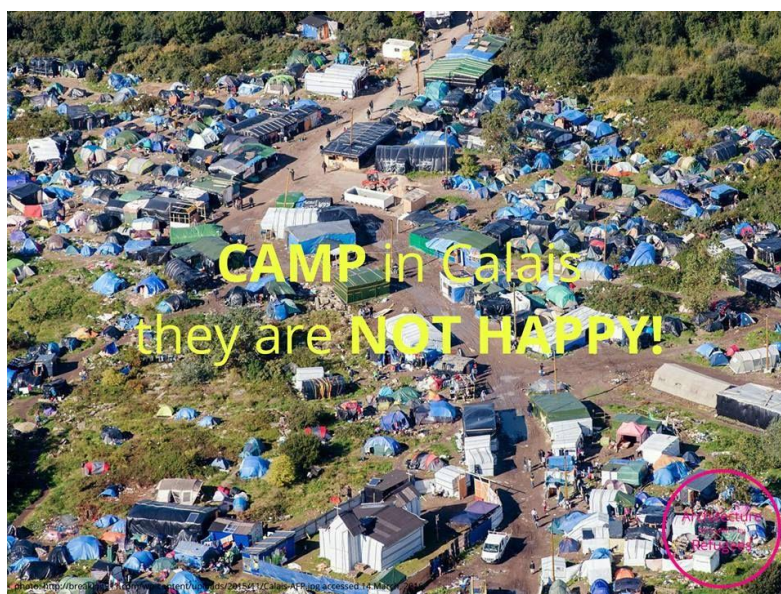


Figura 1: Campamento temporal de Calais, Francia. **Fuente:** Consarq, 2010.

El sector académico ha respondido ocupándose del problema en diferentes aspectos del hábitat construido (CZAJKOWSKI et al., 2011) como urbanismo, vivienda, edificios públicos, patrimonio cultural; y Gordillo Bedoya (2004) desde el enfoque del hábitat transitorio y una vivienda para emergencias. Incluso desde un enfoque de hábitat rural post emergencia (CONSARQ, 2010). Se ha trabajado desde una visión de hábitat mimético para casos de máxima vulnerabilidad y baja tecnología

(NOWOTKA, 2010) o desde el concepto de la casa techo (CONTRERAS RODRÍGUEZ, 2016). Muchos de estos casos desde el diseño y no necesariamente pensando en un hábitat prolongado. Son valiosos los aportes que debaten todo el problema y brindan un modelo de hábitat de emergencia, más que una opción de vivienda temporal para los damnificados por desastres (SARQUIS, 2008; TRUJILLO GÓMEZ, 2012).

En Argentina, la ONG Techo¹ se ocupa de los más vulnerables y desprotegidos a los que les resultaría imposible acceder a un hábitat precario cuando los lazos de cooperación en el tejido social se rompen. Luego del desastre ocurrido en 2013 en la Ciudad de La Plata que anegó a más de 100.000 personas provocando daños por más de 1.300 millones de dólares, incluso se debatió sobre la necesidad de un kit de desastre por familia o una “mochila de emergencias” similar al del gobierno de EEUU (FEMA, 2013) luego del huracán Sandy.

Desde la década de 1980 la Provincia de Buenos Aires viene padeciendo eventos extremos cada vez más frecuentes y agresivos abarcando una superficie equivalente a la mitad de España y afectando a más de 10 millones de habitantes.

Siguiendo las ideas propuestas por Smith (2005) se debe que proyectar y construir pensando en la adaptabilidad al cambio climático, pero con postura centrada en la economía, en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, en el análisis del ciclo de vida, pero sin dejar de lado un confort higrotérmico razonable.

Diversas investigaciones están orientadas a reducir el consumo de energía en viviendas. Por ejemplo, una casa de baja energía es aquella con un consumo en calefacción anual inferior a 70 kWh/m² (PASSIPEDIA, 2006), *Passive House*, de Alemania, indica que los máximos anuales son 60 kWh/m² para el certificado clásico; 45 kWh/m² para el certificado Plus, y 30 kWh/m² para el certificado Premium; mientras que en Suiza, *Minergie* permite un máximo de 38 kWh/m² (BALARAS, 2017).

En 2017, en cooperación entre el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) de la Provincia de Buenos Aires y el Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LAYHS) se desarrolló un módulo de habitación pedagógico para ser utilizado en el programa Estación Ciencia². El módulo

¹ <https://www.techo.org/>

² Estación Ciencia. Feria itinerante del Conocimiento. https://www.gba.gob.ar/ciencia/acciones/estacionciencia/B3n_ciencia_feria_itinerante_del_conocimiento

pedagógico sustentável se denominó MOPES, y su objetivo del módulo era mostrar a la ciudadanía las virtudes del diseño bioclimático, sustentable, energéticamente autosuficiente, adaptable y transportable. Colateralmente debía ser desarmable y llevó al desarrollo de una tecnología constructiva económica y sencilla que se denominó SECO. El diseño se basa en el concepto *Low-Cost / Low-Tech* (ROCCA, 2011), incluyendo ideas de la década de 1980 revisados al presente.

El sistema SECO se utilizará además en Gorina a pedido de la Cooperativa C.O.S.E.G.O para el proyecto de construcción temporaria de una Escuela Secundaria de Formación Profesional, promovida y financiada por la Cooperativa con el fin de satisfacer su demanda mano de obra calificada. C.O.S.E.G.O cuenta con un predio cedido en comodato perteneciente FFCC Provincial, disponible a condición de poder desarmarse al finalizar el convenio, lo que designa a la Escuela como candidata ideal para la implementación de este sistema.

El módulo pedagógico sustentable – MOPES

El primer paso de las actividades conjuntas del MCTI y el LAYHS fue el desarrollo del módulo pedagógico sustentable como unidad demostrativa de las virtudes del diseño bioclimático, permitiendo divulgar las virtudes de la Ley Provincial 13059/03 (LEGISLATURA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, 2003) de eficiencia energética al que se sumarían los beneficios de las cubiertas verdes modulares y las huertas urbanas, en este caso con asistencia del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA.



Figura 2: El módulo pedagógico sustentable en Tecnópolis. **Fuente:** elaboración propia.

Debido al requerimiento de ser desarmable, transportable y acumulable en piezas seriadas que puedan ser realizadas en cualquier taller municipal o por una organización barrial como autoconstrucción asistida, se utilizó el sistema constructivo SECO, prefabricación liviana flexible y modular de pocos componentes. El sistema se caracteriza por su rápido y sencillo montaje y desmontaje, junto a un bajo impacto en el medio, y permite el armado de edificios para uso temporal a permanente. Es resistente al clima adverso y de alta resistencia a los sismos. Este módulo es aplicable a todo tipo de construcciones de emergencia, por ejemplo, viviendas, refugios, unidades sanitarias o casillas de vigilancia.

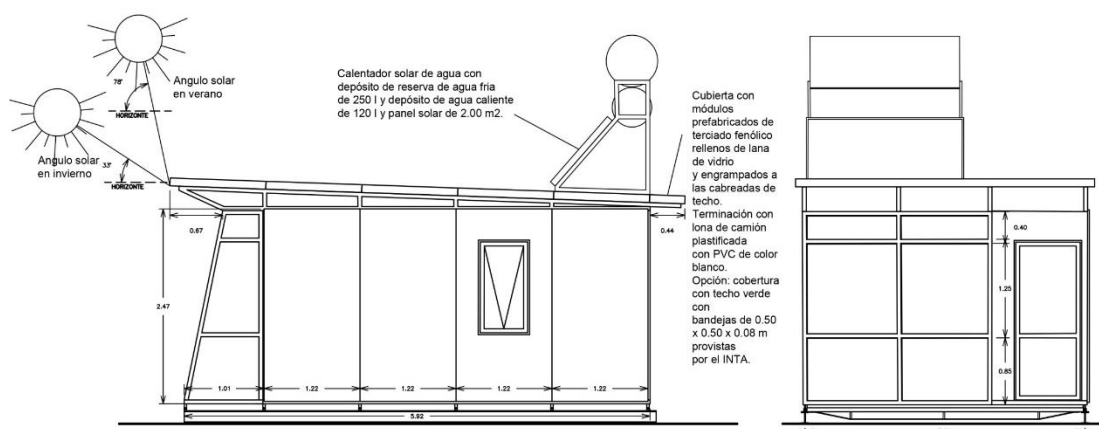


Figura 3: Vista frontal y lateral del MOPES. Fuente: elaboración propia.

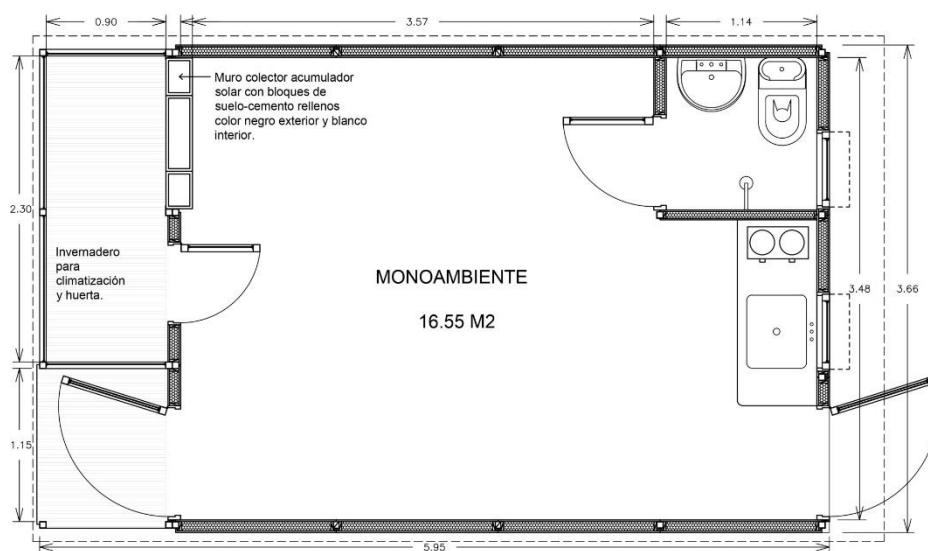


Figura 4: Planta del MOPES indicando equipamiento. Fuente: elaboración propia.

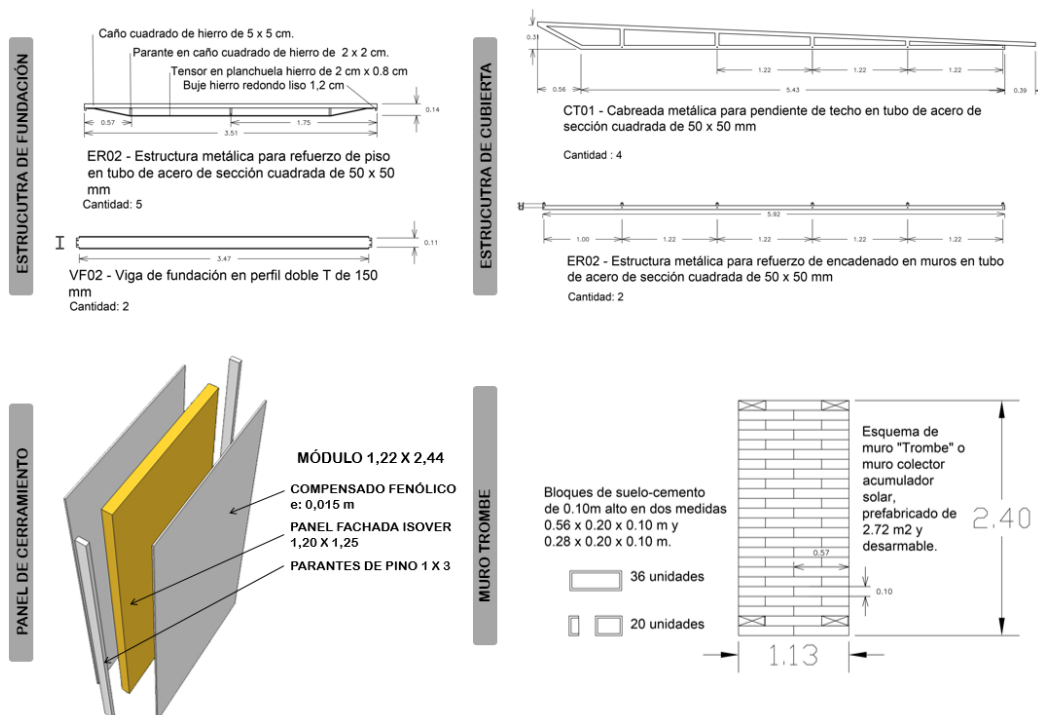


Figura 5: Componentes del sistema SECO. Fuente: elaboración propia.

Entre los materiales componentes se encuentran placas de madera multilaminada fenólica, lana de vidrio, alfajías de madera de cultivo tratada con arseniato de cobre cromatado (CCA), tubos cuadrados de acero, perfiles normales de acero, planchuelas de acero, bulones y tornillos, revestimientos vinílicos, sistema eléctrico y sanitario junto a puertas y ventanas de PVC o aluminio. Tanto piso, como muros y cubierta se realizan con los mismos paneles. En la versión desarmable el techo es una lona vinílica pesada que se tensa con una sogá perimetral. En caso de ser semipermanente se cubre con chapa ondulada aluminizada. La cubierta verde se materializa con bandejas de 0.50 x 0.50 x 0.06 m conteniendo sustrato poroso como silicio o pómicé; y plantas crasas (crassula, lithops, etc). Como opción, el módulo admite un generador solar eléctrico, un calentador de agua solar térmico, un invernadero, un calefactor solar de masa tipo Trombe-Michel, y sistema tratamiento aguas grises y negras.

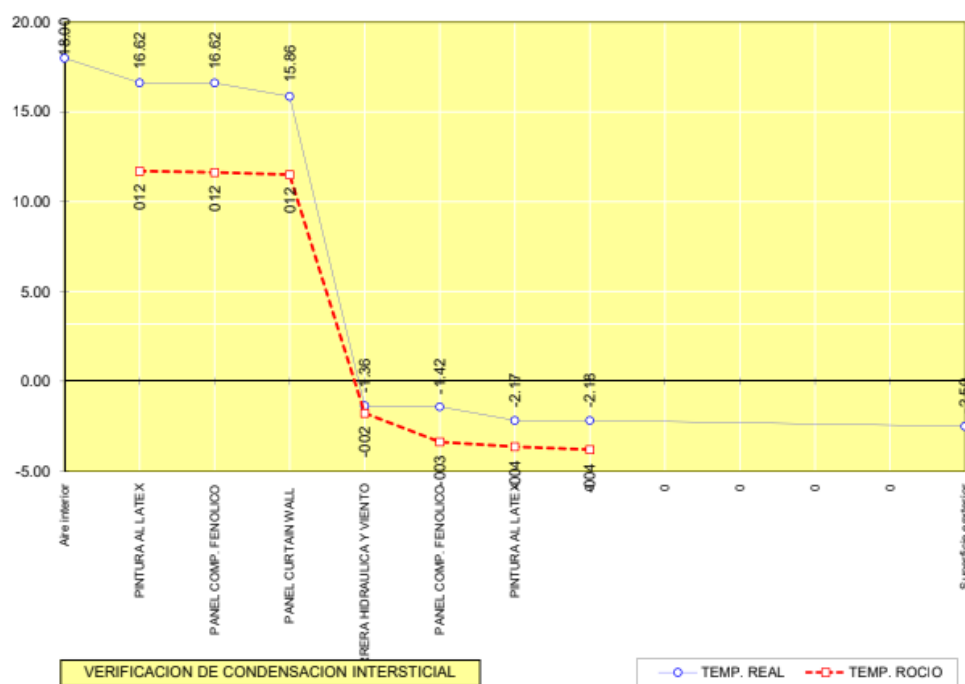


Figura 6: Verificación riesgo de condensación del panel con CEEMACON (GONZALO; NOTA, 2003). **Fuente:** elaboración propia.

Se verifican las propiedades térmicas para tres localidades de la Provincia de Buenos Aires (La Plata Lat 34,9°, Mar del Plata Lat -38,0° y Bahía Blanca Lat -38,7°) y se obtiene una transmitancia térmica $K = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ que es inferior a máximo admisibles establecidos, cumpliendo el Decreto 1.030/10 de la Ley

13.059/03. A nível térmico global, possui um coeficiente global de perdas térmicas $G_{cal} = 1,77 \text{ W/m}^3\text{K}$ que cumpre com o limite admissível de $2,04 \text{ W/m}^3\text{K}$.

Projeto de Escola Técnica

Em 2018 a Cooperativa de Obras e Serviços Públicos Consumo e Vivienda de Joaquín Gorina, Partido La Plata (C.O.S.E.G.O Ltda.), solicita o anteprojeto de um estabelecimento escolar de educação secundária que permita formar a os jovens da zona com um perfil adequado a demanda de recursos humanos da Cooperativa. Este estabelecimento estaria localizado em um extenso predio pertencente a los FFCC, cedido a tal fin a condição de não realizar uma construção permanente.



Figura 7: Vista de acesso a la escuela. **Fuente:** Elaboración propia.

Se acordó con el comitente la construcción de una superficie plana y seca para la edificación, y como patio de esparcimiento y juegos que luego pudiera quedar para la comunidad. Esta superficie se materializa con una platea de hormigón armado, y se usó el sistema SECO para construir cuatro aulas, un salón de usos múltiples, un núcleo sanitario y un módulo administrativo. Las figuras 7 a 9 muestran el anteproyecto.

La escuela es desarmable para poder localizarla en otro sitio de requerirse. Cada aula posee un invernadero con un muro colector acumulador para reducir la demanda de calefacción en días soleados de invierno.

El balance energético indica que cada aula requiere de una potencia máxima en calefacción de 4.085 W para una temperatura exterior de 0°C y una interior de 20°C, sin considerar el aporte por ocupación o del sol. Dado que un grupo de 25 a 30 estudiantes pueden aportar 3.000 W, mientras que el sol cerca de 1.000 W, en un día soleado no se requeriría climatización adicional. En la región donde se implanta el proyecto, el 40 a 50% de los días de invierno son soleados. Para el resto de los días un climatizador con bomba de calor y placas FV son suficientes para mantener climatizada cada aula.



Figura 8: planta del conjunto. Fuente: Propia.

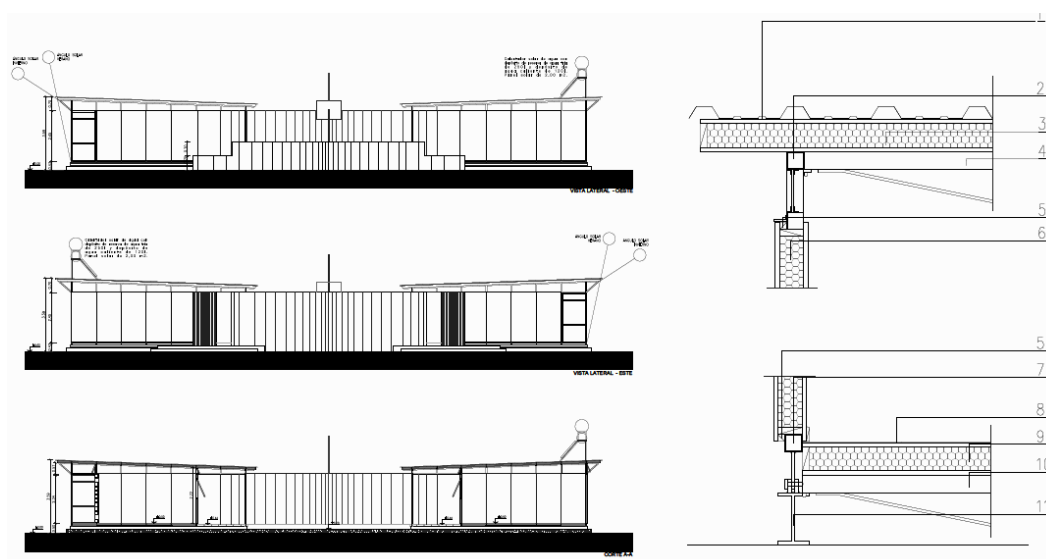


Figura 9: Secciones y detalles. Fuente: Propia.

En un año tipo, la demanda de energía del conjunto a edificar, sin considerar aportes solares o por ocupación, es de 259,2 kWh/año. Así, un aula de 40,7m² tendría una demanda energética de 6,37 kWh/m²año que entra en la categoría de baja energía. Si a este modelo se le incorpora el aporte fotovoltaico para alumbrado LED y climatización por aire con bomba de calor, la escuela sería energía y emisiones cero.

Conclusión

En la actualidad se dispone de conocimiento y técnicas para materializar edificios de baja a nula energía combinando diseño bioclimático, materiales con bajas emisiones en el ciclo de vida, y energías renovables. Más aún utilizando sistemas constructivos flexibles y desarmables pero que puedan ser fácilmente adaptables para ser semipermanentes con baja inversión en mantenimiento y reposición.

El sistema SECO sirve para dar hábitat confortable y sustentable a población en emergencia a causa de eventos climáticos o geológicos, o en caso de requerir la consolidación de población que se desplaza por distintos motivos.

El desarrollo, que inició como el proyecto de un stand desarmable, puede escalar hasta convertirse en una alternativa sostenible para ser usada como vivienda, educación, garita de seguridad, turismo, salud, etc.

Referencias

ALLEN, Edward. **La casa “otra”**. Gustavo Gí ed. Barcelona.

BALARAS, Costas. **Building Energy Use Intensities, Guidelines, Rating Methods, Codes & Standards. Moving Towards Green Buildings & nZEB**. Cypruss.

CONSARQ. **Habitat Rural Post-Emergencia** | REVOQ. 2010. Disponível em: <https://consarq.wordpress.com/2013/10/25/tumblr_ms4fsde6071sfh9zpo1_12801-jpg/>. Acesso em: 20 ago. 2019.

CONTRERAS RODRÍGUEZ, Sebastián. **Casa Techo. Taller de Producción Espacial**. 2016. Disponível em: <https://eme3.org/2016/eme3_2016/casa-techo/>. Acesso em: 16 ago. 2019.

CZAJKOWSKI, Jorge Daniel et al. **Cuadernos de arquitectura sustentable**. 1a. ed. La Plata - Argentina: UNLP, 2011.

GONZALO, Guillermo Enrique; NOTA, Viviana María. **Manual de arquitectura bioclimática**. Argentina: Nobuko, 2003.

GORDILLO BEDOYA, Fernando. Hábitat transitorio y vivienda para emergencias. **Tabula Rasa**, [s. l.], n. 2, p. 145–166, 2004. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/25589787.pdf>>

LEGISLATURA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Ley N° 13059/03. Condiciones de acondicionamiento térmico

exigibles en la construcción de los edificios. . abr. 2003.

MARCÓ, Joaquín. **Crisis energética y recursos naturales**. 1a. ed. [s.l.] : Grandes Temas Salvat, 1973.

NOWOTKA, Maximilian. **Hábitat Mimético: vivienda de emergencia**. 2010. Disponível em: <<https://ecosistemaurbano.org/castellano/habitat-mimetico-vivienda-de-emergencia/>>. Acesso em: 17 ago. 2019.

PASSIPEDIA. **Zero-energy and zero heating energy house**. 2006. Disponível em: <https://passipedia.org/basics/energy_and_ecology/zero-energy_and_zero_heating_energy_houses>. Acesso em: 20 ago. 2019.

ROCCA, Alessandro. **Arquitectura low cost - low tech**. [s.l.] : Phaidon, 2011.

SARQUIS, Jorge. **Hábitat para la emergencia social y ambiental: Villa El Monte, Quilmes**. Serie Hábitat para la emergencia social y ambiental. 1a. ed. Buenos Aires: FADU. UBA, 2008.

SMITH, Peter. **Architecture in a climate of change**. 2º ed. [s.l.] : Architectural Press, 2005.

TRUJILLO GÓMEZ, Nicolás. **Modelo de hábitat de emergencia una opción de vivienda temporal para los damnificados por desastres en Colombia**. 2012. Facultad de Arquitectura, [s. l.], 2012. Disponível em: <<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/13944>>. Acesso em: 17 ago. 2019.

VALE, Robert; VALE, Brenda. **La casa autosuficiente**. [s.l.] : Editorial Blume, 1981.